



Study on an automatic roller-type equipment for seed drilling into seedling trays

อัจฉรา จันทร์ผ่อง^{1,2*}, อาทิตยา คเวศก์สกุล², ณัฐพงษ์ ทุนอินทร์², จีรภัทร ปัญญาเย็น², นิวัฒน์พงษ์ คำสันท², ณัฐพงษ์ บำรุง², จักรรินทร์ ถิ่นนคร³

Autchara Junphong^{1,2*}, Arthiditaya Kawetsukul², Natthaphong Thonin², Jeeraphat Panyuen², Natthapong Bamrung², Niwatpong Kamsanit², Jakkarin Thinnakorn³

¹หน่วยวิจัยและพัฒนาคุณสมบัติวัสดุทางการเกษตรและพลังงานชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่, 50300

²หลักสูตรวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่, 50300

³หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบอัตโนมัติ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่, 50300

¹Research and Development Unit for Agricultural Materials and Bio-Energy Properties, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, 50300

²Agricultural and Biological Engineering, Department of Mechanical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, 50300

³Electronics Engineering and Automatic Control Systems, Department of Electrical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, 50300

*Corresponding Author: Tel: +668 9759 8846, E-mail: Autchara11@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอุปกรณ์หยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าแบบอัตโนมัติด้วยหัวหยอดแบบลูกกลิ้ง ซึ่งประกอบด้วยชุดปล่อยดิน ชุดเจาะดิน และลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดด้วยระบบสุญญากาศ ใช้ระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นชุดคำสั่งการทำงานของเครื่อง โดยเลือกใช้เมล็ดกรีนโอ๊คชนิดเคลือบเป็นวัสดุทดสอบ จากการศึกษา พบว่า เครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติที่ใช้ชุดคำสั่งและนำเซนเซอร์เข้ามาช่วยในการทำงานของระบบชุดปล่อยดินสามารถปั้นดินที่มีความชื้นได้ดี โดยความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 40 ที่ความเร็วมอเตอร์ 18.11 rpm การเจาะดินใช้กระบอกสูบลมที่ความดัน 1 MPa สำหรับเจาะดินเพื่อให้ดินในหลุมถูกกดทับให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรดินในหลุมลดลงร้อยละ 2.6 สำหรับชุดลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดด้วยระบบสุญญากาศ ศึกษาผลของแรงดูดสุญญากาศที่ 5 10 และ 15 in. Hg พบว่า แรงดูดสุญญากาศ 10 in. Hg เป็นแรงดูดที่ดีที่สุด โดยมีจำนวนเมล็ดที่ตกลงหลุมร้อยละ 57.92 ความแม่นยำของการตกของเมล็ด 3 ถึง 5 seeds hole⁻¹ คิดเป็นร้อยละ 68 และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 2.6 เท่าเมื่อเทียบกับแรงงานคน โดยใช้เวลาในการทำงาน 20 s tray⁻¹

คำสำคัญ: เครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติ, แรงดูดสุญญากาศ, ลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ด

Abstract

The present research studied automatic roller-type equipment for seed drilling into seedling trays. The equipment consists of a soil release set, a soil drill set and a vacuum-operated sowing roller. Programmable logic controller was programmed as a set of operating instructions for the equipment; coated green oak kernels were used as the test material. Using PLC commands and sensors in conjunction with the system, the soil release unit could spin the soil at 40 percent moisture content at a motor speed of 18.11. As for soil drilling, an air cylinder operated at 1 MPa was used to penetrate the soil, causing the soil in the hole to be compressed to a higher density. As a result, the volume of the soil in the hole was reduced by 2.6 percent. As for the roller set, the sowing head with the vacuum system was used; the effect of vacuum suction force at 5, 10 and 15 in. Hg was studied. It was found that the vacuum suction force of 10 in. Hg was the most optimal suction force. The number of seeds

Received: September 29, 2022

Revised: April 26, 2023

Accepted: April 26, 2023

Available online: August 30, 2023

falling in the center of the hole was 57.92% and the accuracy of filling 3-5 seeds hole⁻¹ was 68%. The production capacity could be increased to 2.6 times that the human labor. The required operating time was 20 s tray⁻¹.

Keywords: Automatic sowing machine, vacuum pressure, head roller

1 บทนำ

ในปัจจุบัน การบริโภคประเภทผักสลัดเป็นที่นิยมอย่างมาก โดยมีผู้รับประทานเพื่อช่วยในการควบคุมน้ำหนัก และการดูแลสุขภาพ อีกทั้งช่วยในการตกแต่งจานอาหารเพื่อเพิ่มความสวยงาม ทำให้ผักสลัดเป็นที่ต้องการของตลาดตลอดทั้งปี จากความต้องการของตลาดอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรจึงให้ความสำคัญต่อวิธีการเพาะกล้ากลุ่มผักสลัดให้มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการ โดยในกระบวนการเพาะปลูกของเกษตรกร ต้องมีการเตรียมดินกล่าก่อนที่จะลงในแปลงเพาะปลูก ซึ่งปัจจุบันดินกล่าไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการ ซึ่งในแต่ละครั้งของการเพาะปลูกเกษตรกรจะต้องอาศัยแรงงานคนในการหยอดเมล็ดลงในถาดเพาะเป็นหลัก การใช้แรงงานคนหยอดลงในถาดเพาะได้เพียงวันละ 400 trays day⁻¹ และมักเกิดความเมื่อยล้าและความเหลื่อมล้ำจากผู้ชำนาญและไม่ชำนาญ ส่งผลให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในการทำงาน อีกทั้งการหยอดเมล็ดจากการใช้แรงงานคนมีอัตราการสูญเสียของเมล็ดที่ค่อนข้างมาก ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น

ที่ผ่านมา อีรพงศ์และกฤษณ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าโดยใช้วงจรนิวเมติก ส่วนเกรียงไกรและเกียรติศักดิ์ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าประสิทธิภาพสูง ซึ่งออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้า ทั้งสองงานใช้การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ส่วนการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพืชลงถาดเพาะของ ศรณรินทร์และคณะ (2553) ใช้ถาดที่มีหลุมเพาะกล้าขนาด 105 holes โดยมีการออกแบบส่วนของการเลื่อนถาดเพาะกล้าร่วมกับการกดเมล็ดพืชลงหลุม พบว่า สามารถทำงานได้และมีความสามารถในการผลิต 138 trays hr⁻¹ หรือคิดเป็น 14,490 holes hr⁻¹ การสูญเสียของเมล็ดเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 12.48 เมื่อเปรียบเทียบกับกรหยอดโดยใช้แรงงานคนสำหรับหยอดเมล็ดพืชลงถาดเพาะกล้า

จากการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาเหล่านี้ จึงรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดโดยออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดแบบอัตโนมัติซึ่งประกอบไปด้วยชุดปล่อยดิน ชุดเจาะดิน และลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดด้วยระบบสุญญากาศ โดยใช้ระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นชุดคำสั่งการทำงานของเครื่องและเลือกใช้เมล็ดกรีนโอ๊คชนิดเคลือบเป็นเมล็ดที่ใช้ในการทดสอบและอ้างผลการศึกษาความแม่นยำของจรัสชัย (2562) ซึ่งศึกษาความแม่นยำในการหยอดของเครื่องย้ายเมล็ดพันธุ์ลงในถาดเพาะกล้าต้นแบบ ดังนั้นจึงศึกษาอุปกรณ์หยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าแบบอัตโนมัติด้วยหัวหยอดแบบลูกกลิ้งและศึกษาผลของแรงดูด

ของสุญญากาศของปั๊มลมที่ทำให้การหยอดเมล็ดมีความแม่นยำในการหยอดเมล็ดให้ตกตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยมีเป้าหมายในการหยอดเมล็ดอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 seeds (กลุ่มเกษตรกรชุมชนแม่แจ่ม) เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและลดต้นทุนแรงงานในการหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้า

2 การออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดแบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนการทำงานของเกษตรกรมีวิธีการที่เรียบง่าย โดยเริ่มจากการเตรียมดินใส่ลงในถาดหลุมจากนั้นจะทำการเจาะดินให้มีความลึกที่เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ต้องการเพาะกล้า และทำการหยอดเมล็ดลงไปตามด้วยการรดน้ำ ดังแสดงรูปที่ 1

จากการทำงานของเกษตรกรการเพาะต้นกล้าทำให้เกิดปัญหาความเมื่อยล้าและมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ดังนั้นจึงทำการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดแบบอัตโนมัติโดยทำการออกแบบ 3 ส่วน ประกอบไปด้วย 1)การออกแบบชุดปล่อยดิน(ก) 2)การออกแบบชุดเจาะดิน(ก) 3)การออกแบบลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดและการออกแบบระบบสุญญากาศ(ข) ดังแสดงรูปที่ 2

การออกแบบเครื่องและวิธีการเขียนชุดคำสั่งการทำงานโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ที่ใช้สำหรับการศึกษาลงมือการทำงานที่กำหนดขอบเขตไว้เพียงเท่านั้น การทำงานของเครื่องเจาะดินในถาดหลุมในแต่ละส่วนจะถูกควบคุมโดยชุดคำสั่ง ในส่วนแรกคือการปล่อยดินจากฮอปเปอร์ และส่วนของการเจาะดินใช้ลมอัดกระบอกสูบลมเพื่อเป็นตัวเจาะดินในถาดเพาะ หลังจากนั้นจะส่งไปตามสายพานเพื่อเข้าสู่ระบบการหยอดเมล็ดแบบลูกกลิ้ง โดยจะสามารถหยอด 3 ถึง 5 seeds round⁻¹ ตามลำดับ

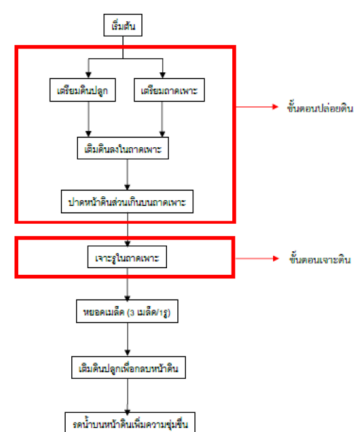
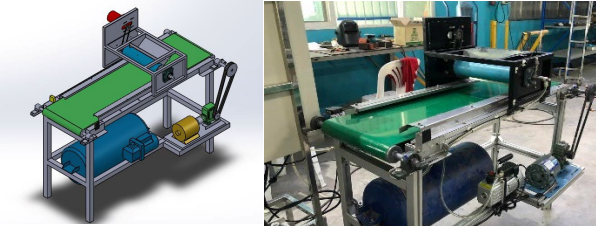


Figure 1 The work of farmers in cultivating seedlings.



ก.ชุดปล่อยดินและเจาะดิน



ข.ลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดแบบระบบสุญญากาศ

Figure 2 Automatic sowing machine

2.1 การออกแบบชุดปล่อยดิน

จากการศึกษางานวิจัยของ ตะวันฉาย (2560) ซึ่งศึกษางานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฮอปเปอร์รูปปลีต่อการติดขัดของวัสดุเม็ด 2 มิติภายใต้การสั่นแนวตั้งอนุภาคทรงกระบอก ดังนั้นในการออกแบบชุดปล่อยดินที่ทำหน้าที่บรรจุดินปลูกเพื่อกักเก็บและสามารถจ่ายดินปลูกที่ถูกเก็บไว้ในการออกแบบตัวฮอปเปอร์ต้องคำนึงสัดส่วนและปริมาตรที่ถาดเพาะสามารถรองรับได้ ดังนั้นขนาดรูปร่างของฮอปเปอร์ควรมีการบรรจุดินปลูกที่มีมากกว่าปริมาตรที่ถาดเพาะรองรับได้ โดยถาดหลุมสามารถรองรับปริมาตรดินได้ $4,038.825 \text{ cm}^3$ ต่อถาด จึงทำให้สามารถออกแบบขนาดและรูปร่างของฮอปเปอร์ที่มีขนาดความกว้าง 24 cm ความยาว 27 cm และความสูง 40 cm ที่สามารถบรรจุดินได้ $20,520 \text{ cm}^3$ แสดงดังรูปที่ 3 อีกทั้งมีมอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังและตัวปรับความเร็วรอบของฮอปเปอร์ซึ่งสามารถเปิด-ปิด เพื่อหยุดการปล่อยดินได้ และยังทำการปั่นดินสำหรับดินที่เป็นก้อน โดยใช้ความเร็วรอบที่ 18 rpm

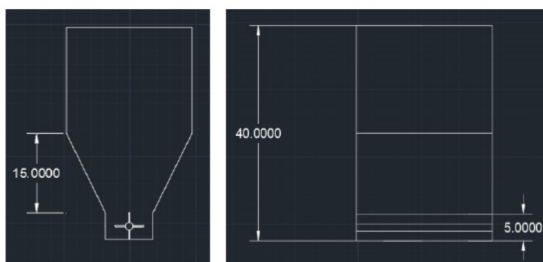


Figure 3 The hopper layout design of the soil launcher.

2.2 การออกแบบชุดเจาะดิน

จากการศึกษางานวิจัยของ อนันต์ และคณะ (2559) การพัฒนาการผลิตต้นกล้าลิเซียนทิสต้นใหญ่เพื่อการส่งเสริมเกษตรกรโครงการหลวง มีผลการทดลอง การเพาะกล้าในถาดเพาะมีอัตราการเกิดของต้นกล้าเฉลี่ย 84.33% ดังนั้นการเลือกขนาดของถาดเพาะกล้าจึงเป็นส่วนสำคัญของการกำหนดขนาด

โครงสร้างหลักของเครื่องเจาะดินในถาดหลุม เราจึงเลือกใช้ถาดเพาะ 105 holes โดยขนาดของตัวถาดเพาะมีความกว้าง 27.5 cm ความยาว 53 cm มีเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมที่ 3.5 cm และลึก 4 cm การออกแบบชุดเจาะให้มีการเจาะรูในถาดเพาะเพียงครั้งเดียวต่อการทำงาน 1 round หรือ 105 holes round⁻¹ โดยกำหนดหัวเจาะต้องคำนึงถึงรูหลังการเจาะว่ามีการเจาะที่ลึกมากเกินไปหรือน้อยไม่ ดังนั้นเราจึงมีการออกแบบหัวเจาะและชุดเจาะดิน แสดงดังรูปที่ 4 โดยรูปหัวเจาะนั้นจะมีขนาดที่เล็กกว่ารูของถาดหลุม ซึ่งรูหลังการเจาะมีขนาดความลึกและความกว้างเท่ากับ 1 cm

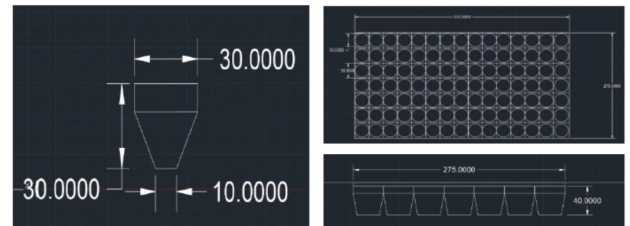


Figure 4 Design of the drill head and the soil drill set

2.3 การออกแบบลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ด

จากการออกแบบขนาดลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ด เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของถาดเพาะเมล็ด 105 holes ซึ่งลักษณะของตัวลูกกลิ้งมีขนาด กว้าง 88 และ ยาว 3.50 cm และขนาดของรูที่เจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 mm เจาะ 3 รู ระยะห่างของรูมีขนาด กว้าง 5.2 mm สูง 4.5 mm เหมาะสมกับขนาดของเมล็ดผักกาดเขียวโอ๊คชนิดเคลือบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดอยู่ที่ 2 mm และมีการเจาะรู 4 แถว แถวละ 7 จุด เพื่อให้ได้จำนวนเมล็ดที่ตกลงไปในแต่ละหลุมให้มีจำนวนเมล็ดที่เท่ากันหลุมละ 3 seeds แสดงดังรูปที่ 5

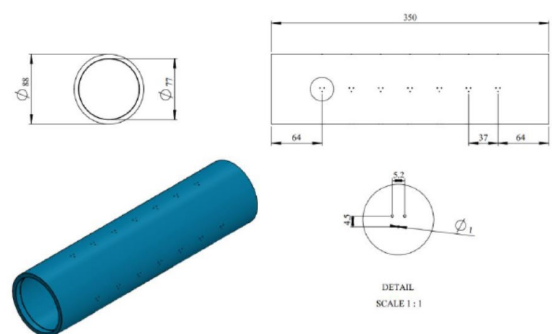


Figure 5 The design of the sowing head rollers.

2.4 การออกแบบระบบสุญญากาศ

การเลือกใช้ปั๊มสุญญากาศขึ้นอยู่กับขนาดของปริมาตรของตัวลูกกลิ้งหยอดเมล็ด ซึ่งปั๊มที่เลือกใช้มีขนาดการทำงาน $85 \text{ litre min}^{-1}$ มีกำลังในการดูด 10 Pa หรือไม่เกิน 20 in. Hg ดังนั้นจึงทำการศึกษาแรงดูดระหว่างช่วง 5 10 และ 15 in. Hg เพื่อศึกษาการสร้างแรงดูดสุญญากาศสำหรับการดูดเมล็ด โดยลูกกลิ้งมีรูปทรงกระบอกใช้แกนทอสแตนเลสปิดหัวท้ายของตัวลูกกลิ้งหยอด

หยุดโดยอัตโนมัติ และทำการรอกาดใหม่เข้ามาและทำงานซ้ำ
คำสั่ง M1.0 Stop Fill Seed แสดงดังรูปที่ 10

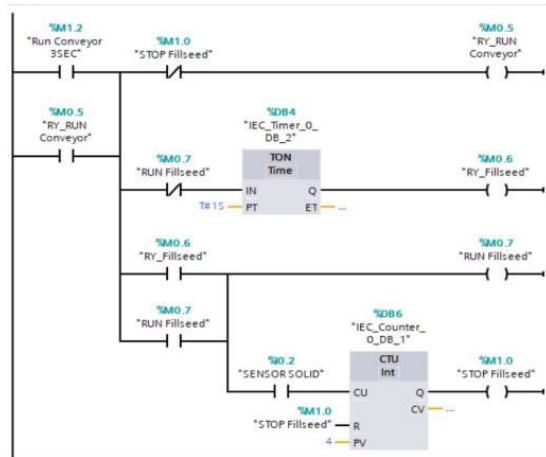


Figure 10 Operation cycle of the vacuum roller

4 ผลและวิจารณ์

4.1 ผลการตกของดินและการเจาะดินในถาดเพาะ

การเติมดินในปริมาณมากลงในฮอปเปอร์จะส่งผลให้เกิดการอัดแน่นและเกาะกันเป็นก้อน ควรมีการบรรจุดิน 16,000 cm³ และความชื้นในดินร้อยละ 40 ส่งผลให้การปล่อยดินจาก ฮอปเปอร์ที่มีการปั่นดินโดยใช้มอเตอร์ส่งกำลังหมุนในระดับความเร็วที่ 18.11 rpm ส่วนการเจาะดินในถาดหลุมนั้นต้องใช้ลมอัดเข้าไปในกระบอกสูบขนาด 1 MPa จึงสามารถเจาะดินลงได้ ในการเจาะดินในถาดหลุมโดยใช้ชุดเจาะที่มีการออกแบบให้มีการเจาะรูในถาดทุกหลุมในครั้งเดียว และปริมาตรของดินจากเดิมที่มีดินอยู่ภายในถาดหลุมที่ 38.465 cm³ hole⁻¹ ในการเจาะดินนั้นจะมีการใช้หัวเจาะทำให้ปริมาณของดินในหลุมจะไม่ลดลง แต่จะถูกกดทับให้มีความหนาแน่นมากขึ้น โดยปริมาตรเดิมจะลดลงร้อยละ 2.6

4.2 ผลการทดลองได้ทำการปรับแรงดูดของปั๊มสุญญากาศ

จากการทดลองการใช้งานของเครื่องหยอดเมล็ดแบบอัตโนมัติ จากการจับเวลาการทำงานของเครื่อง พบว่า 1 min เครื่องสามารถหยอดเมล็ดได้ จากการทดลองหาความเหมาะสมของแรงดูดที่ใช้พบว่า ที่ 5 in. Hg จะมีจำนวนเมล็ดตกลงในหลุมอยู่ในช่วง 0-3 seeds ที่แรงดูด 10 in. Hg และ 15 in. Hg จะมีจำนวนเมล็ดตกลงไปในหลุมอยู่ในช่วง 3-5 seeds แสดงดังรูปที่ 10 11 และ 12

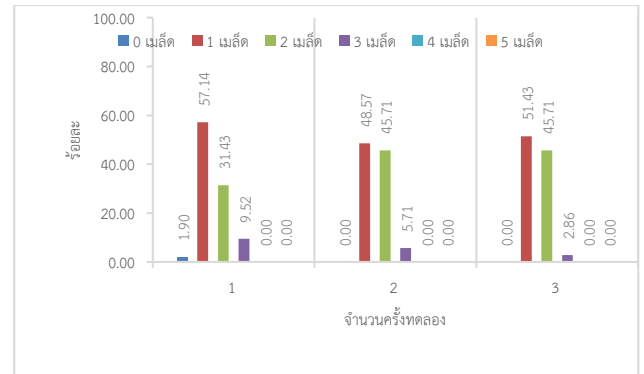


Figure 11 The number of seeds that fell into the tray at a vacuum of 5 in. Hg.

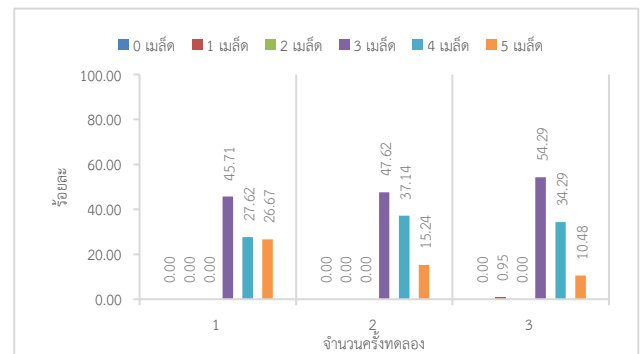


Figure 12 The number of seeds that fell into the tray at a vacuum of 10 in. Hg.

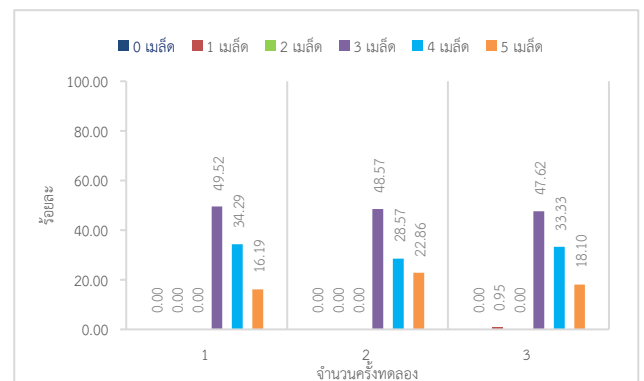
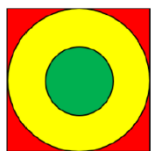


Figure 13 The number of seeds that fell into the tray at a vacuum of 15 in. Hg.

แรงดูดที่ทำให้จำนวนเมล็ดตกลงในถาดมากที่สุดคือ แรงดูดที่ 10 in. Hg และ 15 in. Hg โดยมีจำนวนเมล็ดตกลงในถาดจำนวน 3 เมล็ด คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 49.21 และ 48.57 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าไม่ได้แตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงเลือกแรงดูดที่ 10 in. Hg เป็นแรงดูดสุญญากาศที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้

4.3 ความแม่นยำในการหยอดเมล็ดด้วยระบบสุญญากาศ

ในการทดสอบความแม่นยำได้กำหนดตำแหน่งของพื้นที่เพื่อแสดงความแม่นยำของการตกของเมล็ด โดยทำการแบ่งเป็น 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ตรงหลุม พื้นที่ขอบข้างหลุม และพื้นที่ลงหลุม แสดงดังรูปที่ 13



แดง = ไม่ลงหลุม
สีเหลือง = ขอบหลุมด้านใน
สีเขียว = ตรงกลางหลุม



Figure 14 Accuracy test with area position

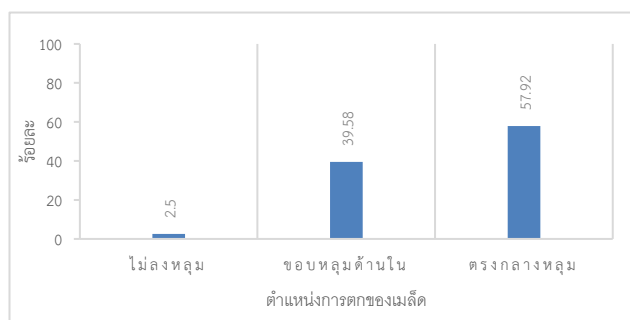


Figure 15 Number of seeds landed in the hole tray area at 10 in. Hg suction

จากการทดลองแรงดูดสุญญากาศ พบว่าแรงดูดที่ทำให้จำนวนเมล็ดตกตรงหลุมพื้นที่สีเขียวที่แรงดูดที่ 10 in.Hg ดีที่สุด โดยมีจำนวนเมล็ดที่ตกตรงกลางหลุมคิดเป็นร้อยละ 57.92 และความแม่นยำของการตกของเมล็ดในพื้นที่สีเขียวและเหลือง(เป็นพื้นที่ดินปลูก) พบว่าสามารถหยอดได้ 1 ถึง 5 seeds คิดเป็นร้อยละ 96 แต่ถ้าหากพิจารณาการหยอดเมล็ดได้ 3 ถึง 5 seeds holes⁻¹ ในพื้นที่ตำแหน่งสีเขียว (ตรงหลุม) คิดเป็นร้อยละ 68

4.4 การเปรียบเทียบผลการทำงานคนและเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและช่วยในการลดปัญหาจากการใช้แรงงานคนในการหยอดเมล็ดเพื่อเพาะต้นกล้าก่อนลงแปลงผัก ซึ่งจากตารางที่ 1 เห็นได้ว่า เครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติสามารถหยอดเมล็ดได้ 1 ถึง 5 seeds tray⁻¹ และสามารถหยอดเมล็ดโดยใช้เวลา 3 trays min⁻¹ หรือ 180 trays hr⁻¹ ทำให้มีกำลังการผลิตเป็น 1,440 trays day⁻¹ ส่วนการใช้แรงงานคนนั้นสามารถทำได้เพียง 50 trays day⁻¹ และเมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการใช้แรงงานคนกับเครื่องหยอดอัตโนมัติ ที่ใช้คนทำงาน 1 คน เครื่องหยอดเมล็ดสามารถเพิ่มกำลังการผลิต เป็น 2.6 เท่าเมื่อเทียบกับแรงงานคน

Table 1 Comparison of labor and automatic seeders

รายละเอียด	คน	เครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติ
จำนวนถาดที่หยอดเมล็ด (tray hr ⁻¹)	50	180
ค่าใช้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (Baht day ⁻¹)	0	64
จำนวนแรงงาน (person)	1	1
เวลาต่อถาด(s tray ⁻¹)	70	20
กำลังการผลิต (tray day ⁻¹)	400	1440

5 สรุป

จากการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติประกอบไปด้วยชุดปล่อยดิน ชุดเจาะดิน และลูกกลิ้งหัวหยอดเมล็ดด้วยระบบสุญญากาศ โดยใช้ระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) เป็นชุดคำสั่งการทำงานของเครื่อง โดยเลือกใช้เมล็ดกรีนโอ๊คชนิดเคลือบ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและลดต้นทุนแรงงานในการหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้าของเกษตรกรชุมชนแม่แจ่ม พบว่า การสร้างเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติโดยใช้ชุดคำสั่งและนำเซนเซอร์เข้ามาช่วยการทำงานของระบบของชุดปล่อยดินสามารถปรับดินที่ความชื้นในดินได้ดี โดยมีความชื้นอยู่ที่ ร้อยละ 40 และใช้ความเร็วรอบ 18.11 rpm ส่วนการเจาะดินใช้กระบอกสุบลมนขนาด 1 MPa สำหรับเจาะดิน ทำให้ปริมาณของดินในหลุมถูกกดทับให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ทำให้ปริมาตรดินในหลุมลดลงร้อยละ 2.6 ที่แรงดูดสุญญากาศ 10 in. Hg เป็นแรงดูดที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับแรงดูดที่ 5 in. Hg และ 15 in. Hg และเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติสามารถหยอดเมล็ดได้ 3-5 seeds hole⁻¹ คิดเป็นร้อยละ 68 และสามารถเพิ่มกำลังการผลิต เป็น 2.6 เท่าเมื่อเทียบกับแรงงานคน จากการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดอัตโนมัติยังพบปัญหาจากการใช้ลูกกลิ้งหมุนเนื่องจากการหมุนทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นที่ผิวของลูกกลิ้งส่งผลให้การเชื่อมเมล็ดให้ตกตามเป้าหมายมีความคลาดเคลื่อนได้

6 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับการสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการวิจัย สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เชียงใหม่ และกลุ่มเกษตรกรชุมชนบ้านแม่แจ่ม ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิ บุคลากรทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ความร่วมมือ และข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

7 เอกสารอ้างอิง

ธีรพงศ์ ผลโพธิ์, กฤษณ์ ผลโพธิ์. 2556. การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้า. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรม

- เกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 ประจำปี 2556, 229-234. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. 1-4 เมษายน 2556, ประจวบคีรีขันธ์.
- เกรียงไกร แคมสีม่วง, เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์. 2557. การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ ผักคะน้าในสภาพเพาะกล้าสำหรับการเพาะกล้า. วารสารวิชาการเกษตร 32(2), 178-187.
- ศรณรินทร์ ทุนไทสง, ศรัณยู บุญประสิทธิ์, โอฟาร ลัดดางาม. 2553. การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพืชลงสภาพเพาะกล้า. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จรัสชัย เย็นหยับ. 2562. การศึกษาความแม่นยำในการหยอดของเครื่องย้ายเมล็ดลงสภาพเพาะกล้า. วารสารแก่นเกษตร 47(1), 501-506.
- ตะวันฉาย ตุงคะนาคร. 2560. ผลของมุมฮอปเปอร์รูปลิ่มต่อการติดขัดของวัสดุเม็ด 2 มิติภายใต้การสั่นแนวตั้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- อนันต์ บุญมี, วชิระ เกตุเพชร, วชิระ พันธุ์ทอง, เรณู อินปัญญา, นุชรัฐ บาลลา. 2559. การพัฒนาการผลิตต้นกล้าลิเซียนท์สตันใหญ่เพื่อการส่งเสริมเกษตรกรโครงการหลวง. มุลนิธิโครงการหลวง.